

JP9026478

Title:
EARTHQUAKE SIGN ELECTRIC PHENOMENA OBSERVATION DEVICE

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always observe electric potential pulses appearing at both ends of two base lines crossing each other, synthesize and record the vector of ground current pulses of measured value fulfilling a specific waveform selection conditions and utilize them in forecasting earthquakes. **SOLUTION:** The device includes grounding means 5 to 8 embedded at both ends of two base lines 3 and 4 of the same lengths crossing each other and a monitoring means 9 for continuously measuring the electrical potential difference appearing between the grounding means at the both ends of the base lines 3 and 4, and synthesizes the vectors of perpendicular components of values proportional to the wave height values of the electric potential difference pulses having appeared at the both ends of the base lines 3 and 4 every time when the measured value of a specific waveform characteristic of the electric potential pulses appearing at least one of the two base lines 3 and 4 exceeds a threshold set in advance for the waveform characteristic. It is constituted so that the vector is recorded together with the time of generation of the electric potential pulses corresponding to it.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-26478

(43) 公開日 平成9年(1997)1月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 V 1/00		9406-2G	G 0 1 V 1/00	E

審査請求 未請求 請求項の数4 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-209873

(22) 出願日 平成7年(1995)7月13日

(71) 出願人 595118881

倉富 春成

福岡県福岡市中央区天神2丁目3番10号
608

(72) 発明者 倉富 春成

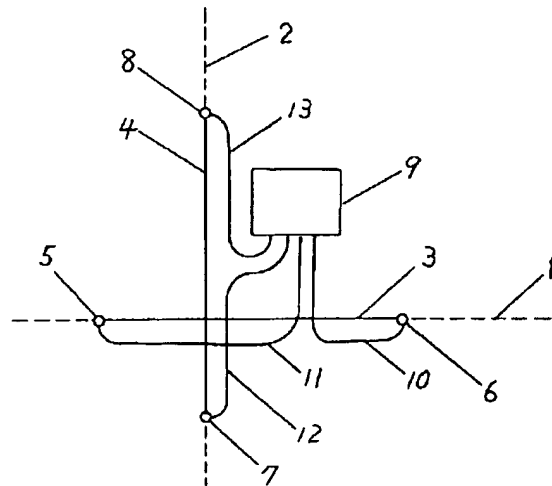
福岡県福岡市中央区天神2丁目3番10号
608

(54) 【発明の名称】 地震予兆電気現象観測装置

(57) 【要約】

【目的】 直交する2個の基線の両端に現れる電位差パルスを常時観測し、一定の波形選択条件を満たす測定値から地電流パルスのベクトルを合成、記録して、それらを地震予知に役立てる。

【構成】 長さが同一で互いに直交する2個の基線のそれぞれの両端に埋設された接地手段、および前記各基線の両端の前記接地手段間に現れる電位差を連続的に測定する監視手段を含み、前記2個の基線の少なくとも一方に現れた電位差パルスの特定の波形特性の測定値が、あらかじめその波形特性に対して設定した閾値を超えた時は必ず、各基線の両端に現れた電位差パルスの波高値に比例する値を直交成分とするベクトルを合成し、そのベクトルを、それと対応する電位差パルスの発生時期と併せて記録するように構成した地震予兆電気現象観測装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに直交する地面上の2本の仮想直線AとBの上に、長さが同一の基線Aと基線Bの位置を定めて、それぞれの基線の両端に埋設された接地手段、および前記各基線の両端の前記接地手段間に現れる電位差を連続的に測定する監視手段を含み、前記基線Aと基線Bの少なくとも一方に現れた電位差パルスの特定の波形特性（前縁の変化率、前縁に沿った変化の経過時間、波高半値幅および波高値の中からあらかじめ選定した一つないし四つの特性）の測定値が、あらかじめその（または、それらの）特性に対して設定した閾値を超えた時は必ず、基線Aと基線Bの各々の両端に現れた電位差パルスを、それぞれ基線Aと基線Bに平行な方向を持ち、大きさがそれぞれの電位差パルスの波高値に比例するベクトルに変換し、次に、その両ベクトルを直交成分とする合成ベクトルを作成するとともに、その合成ベクトルおよびそれと対応する電位差パルスの発生時期を記録する地震予兆電気現象観測装置。

【請求項2】 請求項1に記載の基線Aと基線Bのそれぞれの一端が前記仮想直線AとBの交点と一致し、従って、基線Aと基線Bが1個の接地手段を共有する請求項1記載の地震予兆電気現象観測装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の接地手段を時分割モードで使用することによって、前記各基線の両端間に現れる電位差パルスの観測と、それら両端間の地抵抗の測定を行うとともに、その地抵抗測定値を用いて、前記ベクトルの大きさの値に補正処理、または変換処理、またはその両者を施す請求項1または請求項2に記載の地震予兆電気現象観測装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3に記載の観測装置の複数個を分散配置するとともに、それらの各々と1個の観測データ集中処理装置の間にデータ通信手段を設けて構成した1組の観測系であって、前記観測装置の2個以上が、地電流パルスの伝播速度を考慮すれば同一地電流パルスに対応すると見出し得る合成ベクトルを合成した時は、必ずそれら合成ベクトルの方向線を延長した直線の2個が作る交点の位置（S）で代表する前記地電流パルスの発生地点の推定位置または前記延長線の3個以上が作る交点によって形成される多角形の重心

（S）で代表する前記地電流パルスの発生地点の推定位置および前記地電流パルスの推定発生時期を決定して記録するとともに、それらに付随するデータとして、地電流パルス発生地点の前記推定位置（S）の推定に用いた合成ベクトルの少なくとも1個の大きさ（m）、およびその合成ベクトルに対応する電位差パルスの検出に関与した観測装置と地電流パルス発生地点の前記推定位置（S）の間の距離（L）の関数 $f(m, L)$ の値として求められる指標値を決定して記録する地震予兆電気現象観測系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、地震の予兆として発現する電気現象を観測して、地震予知に利用可能な情報を取得する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】地震の予兆として発現する何らかの電気現象の観測を目的として開発された装置、例えば地電位変化の傾向を観測する装置は存在するが、地震の直接原因である活断層の前駆的活動に伴って生じる電磁波パルスの伝播の付随現象として現れる地電流パルスの観測と、その発生位置の推定を可能にし、その結果、活断層の前駆的活動の進行状況の推測を可能にする観測装置は存在しなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】大規模地震の発生を予知することが、被害を抑えるために不可欠であることは論をまたないが、現段階では的確な予知方法が確立されていない。それ故に、地震予知に利用可能な各種情報の収集が必須とされる。本発明は、そのような情報収集活動の一環として、地電流パルスから得られる情報を取得する目的で使用する地震予兆電気現象観測装置である。

【0004】本発明は「地震予兆電気現象」の存在を前提として着想された。現在、「地震予兆電気現象」が確立された概念であるとは考えられないので、本発明の具体的な説明に入る前に、地震予兆電気現象が存在し得る理論的根拠、およびその地震予兆電気現象には、検出可能な地電流パルスが随伴する理由を述べる。

【0005】固体として、それ自体が固有の形状を維持し得る物体に、外部から力を加える時、その力の大きさが或る限界内に留まる限り、その物体の内部に応力が発生して、その外力と均衡を保つことは周知であるが、その内部応力の発現機構を説明する理論が周知であるとは言いがたい。

【0006】内部応力の発生原因は、物体の組織を形成する結晶構造の内部に存在する電氣的絶縁性に起因して分極した電荷の相互作用力、すなわち同一極性電荷の反発力と、反対極性電荷の吸引力であると考えられる。すなわち、外力が増加すれば、分極状態にある電荷間の距離が縮小するので、電荷の相互作用力が増大する、つまり内部応力が増大する。外力と応力の微視的均衡関係は、電荷間の距離縮小に伴って増大する電位傾度が、電荷分極の原因である結晶構造内部の微視的電気絶縁性の限界、つまり微視的電気絶縁耐力を超えない限り維持される。

【0007】物体組織の微視的部分において、上述の電位傾度が絶縁耐力を超えれば絶縁破壊が起こり、放電を生じて電荷の分極状態が解消するから、その微視的部分の内部応力は消失する。そして、その消失分に相当する応力は、その周辺の微視的部分が肩代わりすることになるから、それら微視的周辺部分における電位傾度は増大

して絶縁耐力に近付くことになる。外力の増加がさらに継続すれば、微視的周辺部分における絶縁破壊とその近傍での応力消失分の肩代わりが徐々に連鎖的に進行する。それが或る段階に達すると、小部分で絶縁破壊の雪崩現象に発展し、当該小部分の応力が消失する。しかし、この段階では、その近傍の小部分が応力消失分の肩代わりをするから、その物体の全面的構造破壊には至らない。

【0008】外力増加がさらに継続すれば、ついに、物体内部での応力肩代わりによる外力との対抗が不可能な状態に到達し、その物体全体に及ぶ絶縁破壊の雪崩現象が生じて、その物体は破断する。以上の記述は、その中の「物体」という言葉を「地殻の部分構造」で置き替えれば、前駆的断層活動の進行から全面的断層活動つまり地震の発生に至る経過を説明することになる。

【0009】上の記述中で本発明との関連で重要な点は、結晶構造レベルの微視的部分から断層部分全体に及ぶ絶縁破壊の各段階で、必ず放電を生じ、従って電磁波パルスの発生を伴うことである。その現象は、断層活動に限らず、構造物の強度試験として広く実施される試験片の破壊試験についても、当てはまることであるが、この場合は発生する電磁波が極めて微弱であるため、通常の検出手段では検出不能であろうと思われる。しかし、前駆的断層活動から地震発生に至る各段階で発生する電磁波パルスの強度は、試験片の破壊の経過中に発生する電磁波パルスの強度とは比較にならないほど大きい。また、その電磁波パルスに随伴する地電流パルスも十分に大きいから周知の測定手段で充分検出可能である。それに加え、前駆的断層活動から地震に至る期間に発生する電磁波に特徴的な傾向として予測されることは、地震が近付くにつれて、電磁波の発生頻度と強度が次第に増大するととである。

【0010】地電流観測に関連する周知の測定手段には、地電流経路内の2地点間の電位差を測定する方法が含まれる。ただし、周知の地電流測定手段そのままで、次の理由から、地震予知に役立つ情報としての地電流パルスを観測する手段として不充分である。第一に、地電流は前述の前駆的断層活動に伴う放電に加え、落雷、電車の走行、送電線または配電線を流れる商用周波数の負荷電流、故障電流、開閉サージ電流の誘導などによっても発生する。従って、前駆的断層活動に起因する地電流パルス（以下「断層地電流パルス」と称する）を他の原因によって生じる地電流から分別するために、特別の工夫を加えなければならない。第二に、地震予知に関する情報は、発生時期の予測だけでなく、断層活動の最終段階つまり地震活動の開始場所（震源の位置）の予測にも役立つことが望ましい。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の地震予兆電気現象観測装置は、互いに直交

する地表面上の2本の仮想直線AとBの上に、長さが同一の基線Aと基線Bの位置を定めて、それぞれの基線の両端に埋設された接地手段、および前記各基線の両端の前記接地手段間に現れる電位差を連続的に測定する監視手段を含み、前記基線Aと基線Bの少なくとも一方に現れた電位差パルスの特定の波形特性（前縁の変化率、前縁に沿った変化の経過時間、波高半値幅および波高値の中からあらかじめ選定した一つないし四つの特性）の測定値が、あらかじめその特性（またはそれらの特性）に対して設定した閾値を超えた時は必ず、基線Aと基線Bの各々の両端に現れた電位差パルスを、それぞれ基線Aと基線Bに平行な方向を持ち、大きさがそれぞれの電位差パルスの波高値に比例するベクトルに変換し、次に、その両ベクトルを直交成分とする合成ベクトルを作成するとともに、その合成ベクトルおよびそれと対応する電位差パルスの発生時期を記録するように構成する。

【0012】上記の基線Aと基線Bは、それぞれの一端を前記仮想直線AとBの交点と一致させることにより、基線Aと基線Bが1個の接地手段を共有するように構成することが可能である。

【0013】前記の基線Aと基線Bによる前記接地手段共有関係の有無にかかわらず、前記接地手段を時分割モードで使用するにすれば、前記各基線の両端間に現れる電位差パルスの観測とそれら両端間の地抵抗の測定を交互に行うとともに、その地抵抗測定値を用いて、前記ベクトルの大きさの値に補正処理または変換処理またはそれら両方の処理を施し得るように、前記地震予兆電気現象観測装置を構成することが可能である。

【0014】前記地震予兆電気現象観測装置を使用して地電流パルス発生地点の位置の推定を可能にし、その結果、活断層の前駆的活動の進行状況の推測を可能にするために、前記地震予兆電気現象観測装置の複数個を分散配置するとともに、それらの各々と1個の観測データ集中処理装置の間にデータ通信手段を設けて、1組の地震予兆電気現象観測系を構成するとともに、その観測系を、それが全体として次に列挙する諸機能を備えるように構成する。前記観測系が備える機能とは、前記観測装置の2個以上が、地電流パルスの伝播速度を考慮すれば同一地電流パルスに対応すると見出し得る合成ベクトルを合成した時は、必ずそれら合成ベクトルの方向線を延長した直線の2個が作る交点の位置（S）で代表する前記地電流パルスの発生地点の推定位置または前記延長線の3個以上が作る交点によって形成される多角形の重心（S）で代表する前記地電流パルスの発生地点の推定位置および前記地電流の推定発生時期を決定して記録するとともに、それらに付随するデータとして、地電流パルス発生地点の前記推定位置（S）の推定に用いた合成ベクトルの少なくとも1個の大きさ（m）、およびその合成ベクトルに対応する電位差パルスの検出に関与した観測装置と地電流パルス発生地点の前記推定位置（S）の

間の距離(L)の関数 $f(m, L)$ の値として求められる指標値を決定して記録する機能である。

【0015】

【作用】地面の任意の2点にそれぞれ接地手段、例えば銅棒を埋設し、その接地手段の間で測定した電位差の値を、その2点間の地抵抗測定値で割れば、その2点を結ぶ方向の地電流ベクトル成分が求められることは周知であるが、その関係は、その2点間の距離が例えば数km以内であれば、電位差パルスと地電流パルスの間でも実質的に成立すると見成し得ることも周知である。従って、互いに直交する地面上の2本の仮想直線AとBの上に、長さが同一の基線Aと基線Bの位置を定めて、それぞれの基線の両端に接地手段を埋設し、各基線の両端の現れた電位差パルスを測定して、各測定値を基線間の地抵抗測定値で割れば、それぞれ各基線方向の地電流パルスベクトル成分が得られ、さらに、互いに直交するその二つのベクトル成分から、前記仮想直線AとBを直交軸とする座標上の地電流パルスベクトルを合成することができる。

【0016】しかし、地震予知を必要とする一般の居住地域およびその周辺地域では、前述の断層地電流パルス以外に、自然現象として雷放電に伴う地電流パルスの発生、人工現象として、電車の走行、送電線や配電線を流れる交流電流による誘導地電流の発生、それらの電線を流れる開閉サージや故障電流による誘導地電流パルスや溶接作業に伴う地電流パルスの発生が認められる。一方、本発明は地震予兆電気現象の観測装置であるから、断層地電流パルスを識別して選択的に取り込む機能が不可欠である。

【0017】電磁波の発生に伴って生じた地電流パルスが、その発生地点を中心とする全方向に均等に流れるというモデルが実用上容認される場合、その地電流パルスの大きさ(波高値)が、前記発生地点からその地電流パルスの測定点までの距離の二乗に反比例すると見成す近似化が有効とされることは周知である。さらに、その距離が増大するにつれて、記録される地電流パルス波形の前縁の変化率の絶対値が次第に減少することも周知である。本発明の観測装置では上述の知識を断層地電流パルスの識別に利用する。

【0018】前述の人工現象として、電車の走行に伴う誘導地電流や送電線や配電線を流れる交流電流による誘導地電流は、厳密な意味では地電流パルスと認めることができない。たとえ、その種の誘導地電流によってパルス類似の波形がもたらされたとしても、その波形前縁の変化率の絶対値は放電現象に起因する地電流パルスのそれと比較すれば著しく小さい。従って、観測される電位差パルス波形前縁の変化率の絶対値に対する閾値を設けて、波形前縁の変化率の絶対値がその閾値を下回る電位差パルスを無視することにより、上述の非パルス型誘導電流を排除することができる。

【0019】自然現象であれ人工現象であれ、放電現象に起因する地電流パルスの原因を、それに対応する電位差パルスの波形前縁の変化率の絶対値のみに依存して判定することは困難である。しかし、観測対象地域の範囲を特定して、その地域内で発生した放電現象に起因する電位差パルスの波形特性データの収集を或る期間にわたって継続すれば、その蓄積データの統計的解析によって、パルスの波形前縁の変化率の絶対値の範囲を、放電現象の類型別に特定し得る可能性がある。観測された地電流パルスの発生源がその特定地域の内か外かを判定する基準を設定する際に、地電流パルスの伝播距離増大に伴い波高値と波形前縁変化率の絶対値が低減するという前述の知識が或る程度役に立つであろう。後述するが、本発明の観測装置を複数個用い、それらを観測対象地域内に分散配置すれば、観測された地電流パルスの発生源の位置を、その観測対象地域内に限らず、広範囲に推定し得る観測系を構成することができる。

【0020】本発明の観測装置では、断層地電流パルスを識別する目的で、電位差パルス波形の各種波形特性を選択的に利用するが、それらの特性には、次のものが含まれる。(イ)波高値。(ロ)波形前縁の変化率の絶対値。これは、最大勾配の絶対値と、前縁に沿った電位差変化が波高値の2分の1に達した時点に対応する勾配(波高半値勾配)の絶対値の二種類を含む。それらのいずれを使用するかは装置設計上の選択事項である。

(ハ)前縁に沿った電位差変化の経過時間(以下「前縁経過時間」と称する)。これは、例えば、電位差の前縁上の変化が波高値の10%から90%に達するまでの経過時間と定義される。(ニ)波高半値幅。これは、電位差が前縁上で波高値の50%のレベルを通過後、さらにピークを経て後縁上で波高値の50%のレベルに達するまでの経過時間である。以上の電位差パルス波形特性は、単独でまたは組合わせて使用することにより地電流パルスの原因を判定するために役立つ可能性がある。それらのいずれを選択するかは、観測対象とする地域の特質や使用する測定系の特性を含めて考慮すべき設計上の問題である。なお、前述のように、地電流パルスとそれに起因して基線の両端の接地手段の間に現れる電位差パルスの間には1対1の対応関係が成立するから、上の電位差パルス波形の各種特性値に関する記述において「電位差」を「地電流」と読み替えて構成したと見成される観測装置は、本質的に本発明の観測装置と同一である。

【0021】本発明の観測装置では前述のように、前記基線Aと基線Bの少なくとも一方に現れた電位差パルスの波形の特定の特性値(前縁の変化率、前縁経過時間、波高半値幅および波高値の中からあらかじめ選定した一つないし四つの特性値)が、あらかじめその特性値に対して設定した閾値を超えた時は、断層地電流パルスが到来したと判断して、基線Aと基線Bの各々の両端に現れた電位差パルスを、それぞれ基線Aと基線Bに平行な方

向を持ち、大きさがそれぞれの電位差パルスの波高値に比例するベクトルに変換し、次に、その両ベクトルを直交成分とする合成ベクトルを生成する。この合成ベクトルの方向線の延長線上またはその近傍には、前記地電流パルスの発生地点が存在すると推定することができる。従って、少なくともそのベクトルの方向線の方位、ベクトルの大きさ、そのベクトルに対応する電位差パルスの発生時期（年月日と時間）を記録して、そのようなデータを蓄積する。さらに、それらの蓄積データを、ベクトルの方向線の方位区分別に整理し、それらのベクトルの大きさを、前記発生時期の時系列に従って並べるならば、断層地電流パルスに固有の発生パターンが見出されるであろう。その固有の発生パターンとして予見されることは、前駆的断層活動が進展して断層活動の最終段階つまり地震発生時期が近づくにつれて、地電流パルスの発生頻度とパルス波高値が増大することである。従って、地震多発地域や活断層の存在により地震発生が危惧される地域において本発明の観測装置を使用してデータ蓄積を続け、実際の地震との照合によるデータ評価の経験を積み重ねれば、本装置から得られるデータを地震予知に利用することが可能になると期待される。

【0022】先に言及したように、本発明の観測装置は、その複数個を観測対象地域内（および、要すればその周辺地域）に分散配置することにより、観測された地電流パルスの発生源の位置を広範に推定し得る観測系を構成することが可能である。前述のように、地電流パルスを代表する合成ベクトルの方向線の延長線上またはその近傍には、前記地電流パルスの発生地点が存在すると推定することができる。それ故、離れて存在する2ヶ所の観測装置で、共通の放電に起因すると見成し得る地電流パルスが測定された場合は、それぞれの観測装置で合成されたベクトルの方向線の延長線の交点が、その地電流パルスの発生地点の位置であると推定することができる。それと同様の考え方により、互いに離れて存在する3ヶ所以上の観測装置で、共通の放電に起因すると判定される地電流パルスが測定された場合は、それぞれの観測装置で合成されたベクトルの方向線の延長線の交点を、その地電流パルスの発生地点の位置であると推定することができる。ただし、この場合は、大部分の事例において、それらの延長線の交点が1点に集中することは無いであろう。地電流パルスの伝播経路における地抵抗のばらつきと、測定装置の特性のばらつきが避けられないからである。従って、3ヶ所以上の観測装置で求められたベクトルを利用する場合は、それらのベクトルの方向線の延長線の交点によって作られる多角形の重心の位置を求めて、それがその地電流パルスの発生地点の位置であると推定する。このようにして推定された地電流パルスの発生地点の位置は、前駆的断層活動が進行中の活断層に沿って配列されるであろうと予想される。従って、活断層の存在が知られていない場所にそのような推

定位置の配列を認める事態が生じた時は、新たな活断層の存在が示唆されたものと理解すべきであろう。

【0023】なお、複数の観測装置で観測された個々の地電流パルスが、共通の放電に起因するものであるか否かを判定する方法については、例えば、観測対象地域の広さを限定して、それらの地電流パルスの検出時期の相違が或る時間的制限範囲内に収まっていれば共通の放電に起因すると判定することが、実務的に適切である。しかし、前記判定に関する方法の選択は、設計上の問題であるから、上の例示はその方法の限定を意味するものではない。

【0024】本発明の観測系は、上述の地電流パルスの発生地点の推定位置に加え、その地電流パルスの推定発生時期を決定して記録するとともに、それらに付属するデータとして、地電流パルス発生地点の前記推定位置の推定に用いた合成ベクトルの少なくとも1個の大きさ（ m ）、およびその合成ベクトルに対応する電位差パルスの検出に関与した観測装置と地電流パルス発生地点の前記推定位置の間の距離（ L ）の関数 $f(m, L)$ の値として求められる指標値を決定して記録する。この指標値は、一つの地電流パルスの直接原因となった前駆的活断層活動の規模を示す便宜的な代表数値であるから、例えば「地電流パルス発生地点推定位置を中心とし、或る単位距離を半径とする円周上での当該地電流パルスの波高値」と定義することができる。この定義を用いる場合、前記関数を最も簡略化した近似式は $f(m, L) = k \times m \times L^2$ （ただし、 k は定数）である。実際の観測系において、前記指標値をどのように定義するかは、設計上の問題である。

【0025】なお、地電流パルスの推定発生時期は、当該電位差パルス検出時期と前記距離（ L ）に基づき、地電流パルスの伝播に関する研究分野で周知の関係式を用いて計算することが可能である。実際問題として、この地電流パルスの発生時期の計算精度が特に重視されるのは、複数の観測装置で観測された個々の地電流パルスが共通の放電に起因するものであるか否かを再確認する必要がある時に、それらの観測装置ごとに当該地電流パルスの推定発生時期を再計算する場合である。地震予知の実務的地に立てば、地電流パルスの推定発生時期について厳しい計算精度は必要とされないはずである。秒のオーダーで記録する場合は、電位差パルス検出時期を当該地電流パルス発生時期と見成して差し支えないであろう。

【0026】

【実施例】図面を参照しながら実施例を説明する。図1の実施例は、互いに直交する地表面上の2本の仮想直線A1と仮想直線B2の上に、長さが同一の基線A3と基線B4の位置を定めて、それぞれの基線の両端に埋設された接地手段5ないし8、および前記各基線の両端の前記接地手段間に現れる電位差の変動を常時測定する監視

手段9、その監視手段と前記各接地手段の間に設けられた電位差信号伝送手段10ないし13、例えばしゃへいケーブルを含む。

【0027】図2は、一つの地電流パルスの伝播に伴って上記実施例の前記基線A3と基線B4の両端に現れる電位差パルスの汲形の例の図解で、波形例(A)は前記基線Aの両端に現れる電位差パルス、波形例(B)は前記基線Bの両端に現れる電位差パルスを示す。Ha、Hb、 α 、 β 、Wa、Wbは、それぞれ波形例(A)と波形例(B)の波高値、前縁の変化率(勾配)、波高半値幅である。

【0028】図3は、図2の波形例(A)と波形例(B)に基づき、まず、大きさがそれらの波高値HaとHb比例し、方向が前記基線Aと前記基線Bにそれぞれ平行であるベクトルをVaとVbを作成し、次に、その両ベクトルを直交成分とする合成ベクトルVを作成する手続きを示す。

【0029】図4の実施例では、図1の実施例における基線A3と基線B4のそれぞれの一端が、仮想直線A1と仮想直線B2の交点と一致している。従って、基線A3と基線B4が1個の接地手段5を共有している。図1と図4の実施例の間に本質的な違いは存在しない。接地手段の共有により、建設費の低減が期待される。

【0030】先に述べた理由により、電位差パルスの測定値を地電流パルスの大きさに変換するために、基線ごとに、その両端の接地手段間の地抵抗値を知る必要がある。地抵抗の値は地質的条件に左右されるが、いったん測定値を得た後、その測定値を比較的長期間使い続けても、実用上支障がない場合が少なくない。しかし、地域の事情によって地抵抗の変動が大きく、本発明の観測装置の運用上問題になる場合は、前記各基線の両端の接地手段を時分割モードで使用するにより、電位差パルスの測定と地抵抗の測定を交替に実施し、最新の地抵抗測定値を用いて電位差パルスの測定値に対して補正処理、または変換処理、またはその両方の処理を施す。ここで使用する時分割モードの手法は、設計上の選択事項として周知の各種手法の中から選ぶことができる。

【0031】先に言及したように、本発明の観測装置は、その複数個を観測対象とする地域内に分散配置するとともに、それらの各々と1個の観測データ集中処理装置の間にデータ通信手段を設置することにより、観測された地電流パルスの発生源の位置を容易に推定し得る観測系を構成することが可能である。図5は3個の観測装置を配置するとともに、それらと観測データ集中処理装置14の間にデータ通信手段15を設置して構成した観測系を示す。図面の複雑化を避けるために、前記監視手段と前記各接地手段の間に設ける前記電位差信号伝送手段の表示を省略した。A1、A2、A3はそれぞれ各観測装置の前記基線Aに相当し、B1、B2、B3はそれぞれ各観測装置の前記基線Bに相当する。U1、U2、

U3は、図4の実施例における共通の接地手段5の設置位置を示すが、この位置によって各観測装置の所在位置を代表させることができる。M1、M2、M3はそれぞれ各観測装置の前記監視手段に相当する。この実施例では、観測データ集中処理装置14が観測装置M1と同一場所に設置されていることを示すが、観測データ集中処理装置を観測装置の一つと同一場所に設置するか、または別の場所に設置するかは設計上の選択事項である。

【0032】図5に示す3個のベクトルV1、V2、V3は、各観測装置で測定した同一地電流パルスに起因する電位差パルスの波高値に基づいて作成した合成ベクトルである。この図例において、2ヶ所の観測装置、例えばM1とM2で作成した合成ベクトルV1とV2のみを用いて前記地電流パルスの発生地点の位置を推定するならば、その位置は合成ベクトルV1とV2の方向線を延長した直線の交点として定まるP3である。しかし、3ヶ所の観測装置M1、M2、M3で作成した合成ベクトルV1、V2、V3を用いて前記地電流パルスの発生地点の位置を推定するならば、その位置は、3個の合成ベクトルV1、V2、V3の方向線を延長した直線の交点として定まる3点P1、P2、P3で形成される三角形の重心Sである。

【0033】図6は5個の観測装置と観測データ集中処理装置14によって構成した観測系を示す。図面の複雑化を避けるために、前記監視手段と前記各接地手段の間に設ける前記電位差信号伝送手段、および前記各観測装置と前記観測データ集中処理装置の間に設ける前記データ通信手段の表示を省略した。A1、A2、A3、A4、A5はそれぞれ各観測装置の前記基線Aに相当し、B1、B2、B3、B4、B5はそれぞれ各観測装置の前記基線Bに相当する。U1、U2、U3、U4、U5は図4の実施例における共通の接地手段5の設置位置を示す。M1、M2、M3、M4、M5はそれぞれ各観測装置の前記監視手段に相当する。この実施例は、既知の活断層16の前駆的断層活動を監視する目的で、その周辺に設置する観測系を示す。ただし、複数の観測装置を監視対象地域内外に分散配置する際の配置形式は、設計上の選択事項である。

【0034】図6において、3個のベクトルV11、V12、V15は、それぞれ監視手段M1、M2、M5を含む各観測装置で測定した同一地電流パルスに起因する電位差パルスの波高値に基づいて作成した合成ベクトルであり、それらの合成ベクトルの方向線を延長した直線の交点として定まる3点P11、P12、P15で形成される三角形の重心S1が、それらのベクトルに対応する地電流パルスの発生地点の推定位置になる。同様に、3個のベクトルV22、V23、V24は、それぞれ監視手段M2、M3、M4を含む各観測装置で測定した同一地電流パルスに起因する電位差パルスの波高値に基づいて作成した合成ベクトルであり、それらの合成ベクトル

ルの方向線を延長した直線の交点として定まる3点P22、P23、P24で形成される三角形の重心S2が、それらのベクトルに対応する地電流パルスの発生地点の推定位置になる。同様に、3個のベクトルV31、V34、V35は、それぞれ監視手段M1、M4、M5を含む各観測装置で測定した同一地電流パルスに起因する電位差パルスの波高値に基づいて作成した合成ベクトルであり、それらの合成ベクトルの方向線を延長した直線の交点として定まる3点P31、P34、P35で形成される三角形の重心S3が、それらのベクトルに対応する地電流パルスの発生地点の推定位置になる。

【0035】上述の手続きによって求められた地電流パルスの発生地点の各推定位置を記録して、その後の使用のための取り出しに備えるとともに、その各々の付属データとして、地電流パルス発生地点の前記推定位置

(S)の推定に用いた合成ベクトルの少なくとも1個の大きさ(m)、およびその合成ベクトルに対応する電位差パルスの検出に関与した観測装置と地電流パルス発生地点の前記推定位置(S)の間の距離(L)の関数f(m, L)の値として求められる指標値を決定して記録する。こうして前記観測系内で記録される地電流パルス発生地点の推定位置、その地電流パルスの推定発生時期、および前記指標値は、前駆的断層活動の進行状況を推測するための有力な手がかりになると期待される。

【0036】

【発明の効果】本発明の地震予兆電気現象観測装置は、以上の記述に従って構成されるので、その使用により、断層地電流パルスのデータを有効に収集することが可能になるが、この種のデータは、地震予知に役立つ情報の中で重要な要素となり得る。ただし、本発明の観測装置を単独で使用する場合と複数の観測装置を組み合わせて構成した観測系として使用する場合を比較すると、収集可能なデータの内容に関して両者の間に相違がある。

【0037】既に説明したことであるが、本発明の観測装置が持つ基本的な機能は、観測装置の設置場所に現れる地電流ベクトルを常時観測し、その中に含まれる断層地電流パルスベクトルを識別して、それを選択的に取り込むことである。その識別機能を形成する条件は、電位差パルスの波形特性に属する波高値、波形前縁の変化率、前縁経過時間、波高半値幅の中の一つないし四つをあらかじめ選択的に指定するとともに、それらに対する閾値をそれぞれ設定することである。

【0038】本発明の観測装置を単独で使用する場合に収集可能なデータは、上述の断層地電流パルスベクトルとその地電流パルスの発生時期である。長期間観測の継続により蓄積されるそれらのデータの分析手法の一斑を次に示す。第一は、それらの地電流パルスの発生時期区分(例えば3ヶ月)ごとにそのベクトルの方向線の方位に関するヒストグラムを作成することである。第二は、前の場合と同様の地電流パルス発生時期区分に基づき、

ベクトルの方向線の方位区分(例えば45度)別に、その期間内に発生したベクトルの大きさに関するヒストグラムを作成することである。本発明の観測装置の単独使用によって得られるデータは、地震予知に関する他の情報と組み合わせるによって、様々な分析手法に応用することが可能である。

【0039】上述のデータ分析とは別に、断層地電流パルスのベクトルの方向線の各方位区分別に、ベクトルの大きさの期間移動平均値の上方閾値と、断層地電流パルスの発生時間間隔の期間移動平均値の下方閾値をそれぞれ設定し、それらの移動平均値のいずれか一つがその閾値を超えた時は直ちに警報信号を出すようにして、地震の警戒態勢に入る必要を報知させることも可能である。

【0040】本発明の観測装置複数個を観測データ集中処理装置と組み合わせて構成した地震予兆電気現象観測系を使用すれば、本発明の観測装置の単独使用により得られるデータに加え、本明細書の

【実施例】において例示した手続きにより、断層地電流パルスの発生地点の推定位置を求めることができる。従って、その推定位置を地図上の記入することと続けると、それらの推定位置の配列状態と稠密化の程度によって、前駆的活動が進行している活断層の所在位置と活動の進展状況を推定することが可能になる。この段階に達したら、さらに観測を継続しながら、それらの推定位置に対応する断層地電流パルスの発生時期およびそれらに付属するデータとして記録されている指標値を用いて、例えば次の手続きにより、地震発生時期の予測に役立つ情報を作成することができる。

【0041】第一に、事態の切迫状況に応じて定める時間間隔(例えば半月に1回)で、適宜定める観測期間(例えば最近の1ヶ月)を対象とする上述の指標値のヒストグラムを作成して、断層地電流パルスの増大傾向を調べる。第二に、例えば毎週、算定対象期間を例えば1ヶ月として、指標値の移動平均値と断層地電流パルス発生時間間隔の移動平均値を求め、前駆的断層活動の進行状況の推測に利用する。第三に、推定される活断層に沿って、その活断層を一定の長さで区分し、定期的に、その区分ごとの断層地電流パルスの累積発生件数、指標値の移動平均値、断層地電流パルス発生時間間隔の移動平均値等を示すグラフを作成して、前駆的断層活動の集中部分を推定する。

【図面の簡単な説明】

【図1】地震予兆電気現象観測装置の構成を示す平面配置図である。

【図2】地震予兆電気現象観測装置の各基線の両端に生じる電位差パルスの波形の一例で、縦軸が電位差を、横軸が時間を表す。(A)は基線Aの両端に現れる電位差パルスの波形図、(B)は基線Bの両端に現れる電位差パルスの波形図である。

【図3】

【図2】に例示した電位差パルスの測定値に基づいて作成したベクトル図で、 V_a は基線Aに平行な方向の成分、 V_b は基線Bに平行な方向の成分、 V はそれらにより合成されたベクトルを表す。

【図4】地震予兆電気現象観測装置の実施例の構成を示す平面配置図である。

【図5】地震予兆電気現象観測装置の実施例として、観測装置を3ヶ所に分散配置して構成した地震予兆電気現象観測系の構成を示す平面配置図である。

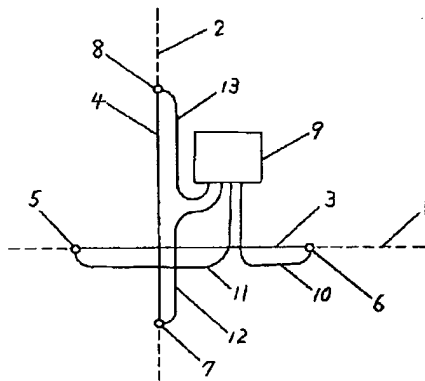
【図6】地震予兆電気現象観測装置の実施例として、観測装置を5ヶ所に分散配置して構成した地震予兆電気現象観測系の構成を示す平面配置図である。

【符号の説明】

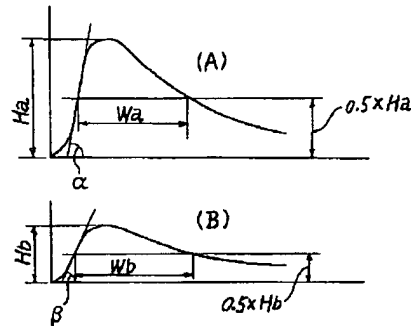
- 1 仮想直線A
- 2 仮想直線B

- 3 基線A
- 4 基線B
- 5 基線Aの一端に設けた接地手段(図1)、または基線Aと基線Bの共通端に設けた接地手段(図4)
- 6 基線Aの他端に設けた接地手段
- 7 基線Bの一端に設けた接地手段
- 8 基線Bの他端に設けた接地手段
- 9 監視手段
- 10、11、12、13 監視手段の構成部分である信号伝送手段であり、各接地手段に現れる電位信号を監視手段に伝送する。
- 14 観測データ集中処理装置
- 15 データ通信手段
- 16 活断層の所在を示す線

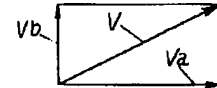
【図1】



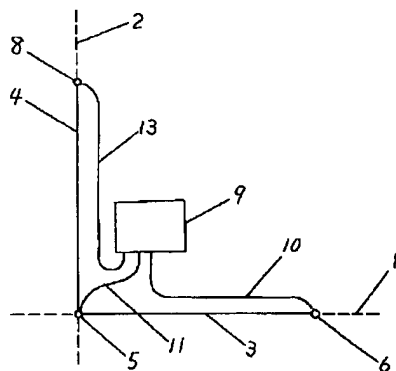
【図2】



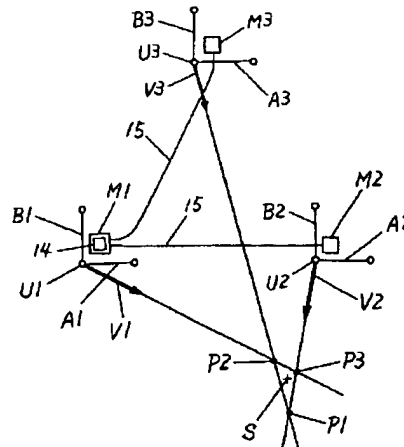
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

